

気候変動に伴う琵琶湖水位等への 影響に関する一考察

独立行政法人水資源機構

琵琶湖総合管理所
管理課 山下 祥平

1-1. はじめに

近年、気候変動に伴う気温上昇による水資源への影響が懸念¹⁾

- 積雪量減少、融雪期の早期化^{2), 3)}
- 降雨特性の変化による渇水リスクの増大⁴⁾
- 気候変動とその影響は将来も進行する予測¹⁰⁾

「**気候変動**や人口減少が河川環境に大きな影響を与えることが予測されるため、今後の多自然川づくりを進める上では、これらについても**十分に考慮することが必要**である。」

(河川法改正20年 多自然川づくり推進委員会 提言『持続性のある実践的多自然川づくりに向けて』より)

目次

① 琵琶湖水位の概況と気候の変化傾向

② 4つの項目について検討、考察

- ・ 積雪量（融雪量）が琵琶湖水位に与える影響（1月～4月）
- ・ 琵琶湖水位と降水量の関係（6月～9月）
- ・ 全層循環の有無と下流供給水の水質の関係（11月～4月）
- ・ 全層循環完了時期と気温の関係（11月～3月）

③ まとめ

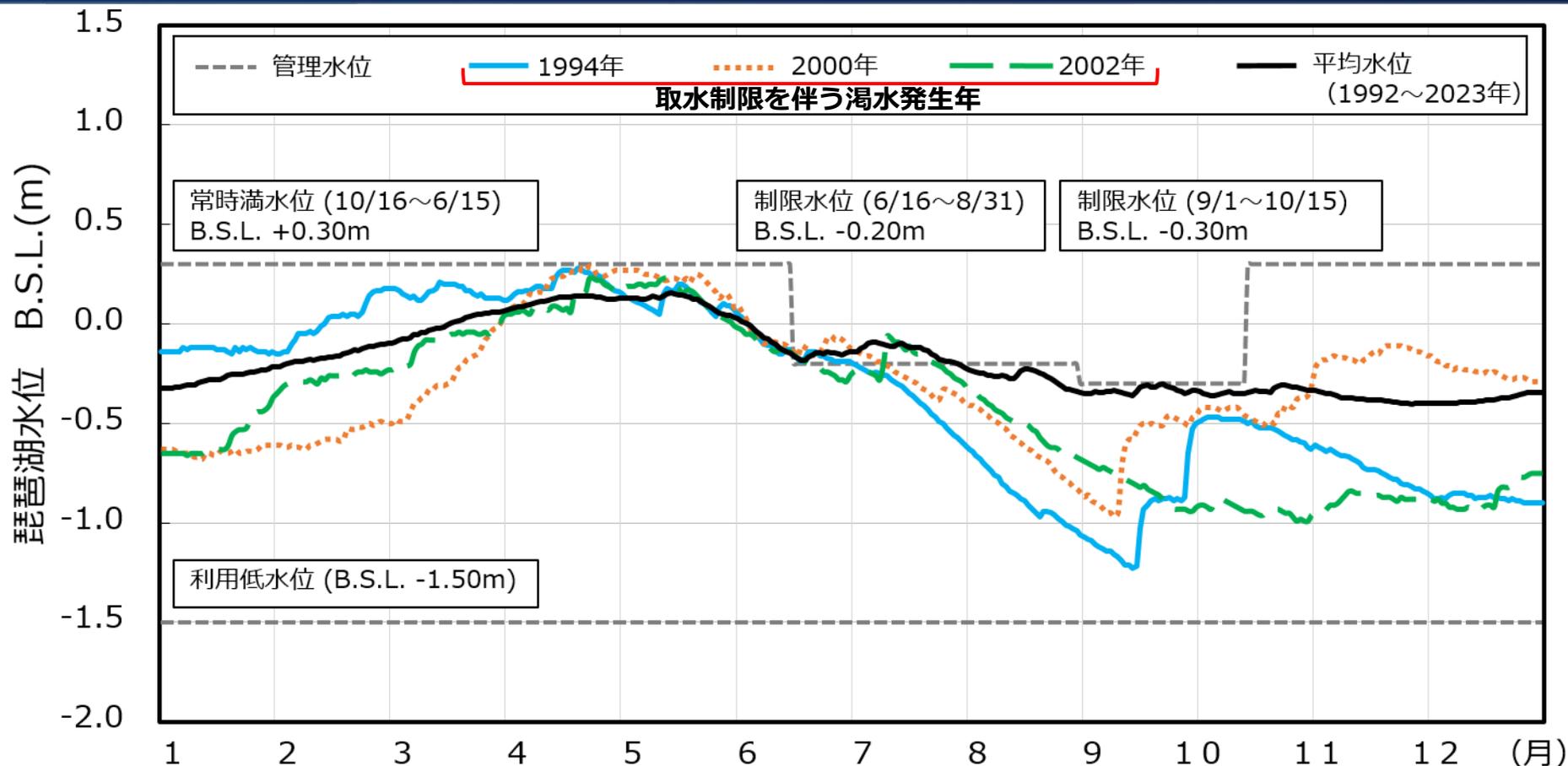
1-2. 使用データ

| 項目 | データソース |
|-------------------|---|
| 気温 | 彦根地方気象台 |
| 日最大積雪量と (日融雪量) | 中河内積雪観測所 (日融雪量は前日からの減少分) |
| 琵琶湖流域平均 降水量 | 国土交通省公表データ |
| 琵琶湖水位 | 国土交通省の水位観測所5か所（片山、彦根、大溝、堅田、三保ヶ崎）の平均水位 |
| 琵琶湖流入量 | 琵琶湖水位と瀬田川洗堰放流量、琵琶湖疎水取水量、宇治発電所取水量の関係から算出 |
| 下流供給水の 水質 | 唐橋流心水質自動監視所 (DO、COD、総リン、総窒素) |
| 全層循環完了時期 | 滋賀県が北湖深層部の調査結果をもとに公表した全層循環確認日 |

以降、
日最大積雪量 → 積雪量
琵琶湖流域平均降水量 → 降水量
琵琶湖流入量 → 流入量 と表記



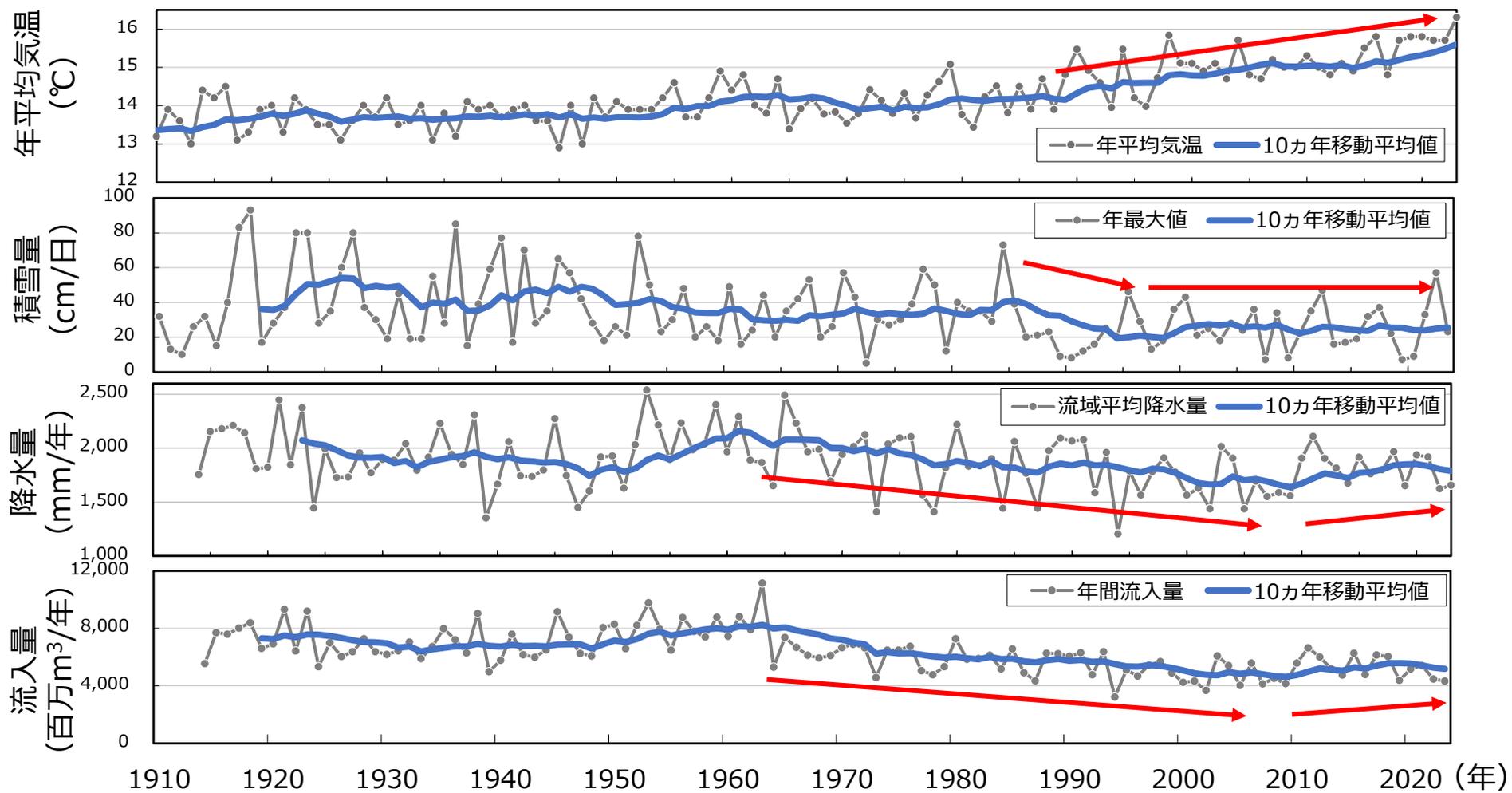
2-1. 琵琶湖水位の概況



- 琵琶湖基準水位 (B.S.L. (Biwako Surface Level) $\pm 0.0\text{m}$) をもとに国土交通省が瀬田川洗堰で水位調節
- 非洪水期 : B.S.L.+0.30mを基準に水位調節
- 洪水期 : B.S.L.-0.20m~-0.30mに低下
- 管理開始 (1992年) 以降、**取水制限を伴う渇水 : 3か年**

(1994年、2000年、2002年)

2-2. 気候の変化傾向



3-1. 積雪量（融雪量）が 琵琶湖水位に与える影響 （1月～4月）

積雪量（融雪量）や降水量が 琵琶湖水位に与える影響は不明瞭



積雪量・融雪量、降水量（雨や雪など）と、
琵琶湖水位が回復する1月～4月における水位との関係について整理

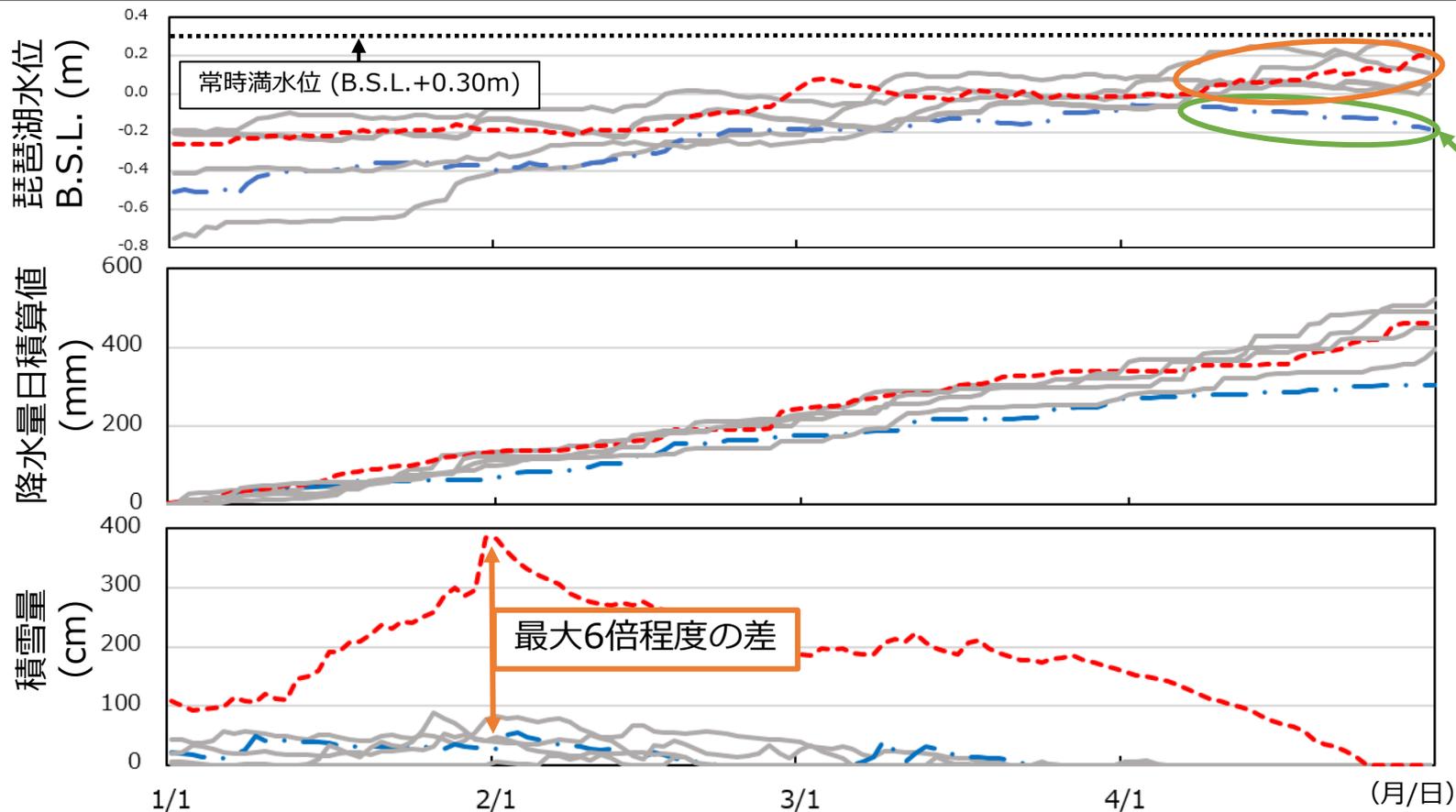
使用データ、とりまとめ方法

| | |
|---------|--|
| 対象期間 | 管理開始（1992年）以降の年平均積雪量が少なかった5か年（2003年、2007年、2016年、2019年、2020年）と特に多かった2011年の1月～4月 |
| とりまとめ方法 | <ul style="list-style-type: none">・琵琶湖水位、降水量日積算値、積雪量を整理・流入量に対する降水量、日融雪量の相関係数を確認 |

3-1. 積雪量（融雪量）が琵琶湖水位に与える影響—結果と考察

積雪量

--- 積雪量が多かった年 (2011年) — 積雪量が少なかった年 (2003, 2016, 2019, 2020年) - · - 積雪量と降水量が少なかった年 (2007年)



琵琶湖水位回復幅が小

雪が少ない年においても水位は上昇

3-1. 積雪量（融雪量）が琵琶湖水位に与える影響—結果と考察

融雪量

流入量に対する降水量および融雪量の相関係数

| | 降水量 (mm) | 融雪量 (cm) |
|-----|----------------|-------------|
| 流入量 | 1月 $r = 0.805$ | $r = 0.372$ |
| | 2月 $r = 0.729$ | $r = 0.167$ |
| | 3月 $r = 0.722$ | $r = 0.587$ |
| | 4月 $r = 0.668$ | $r = 0.473$ |

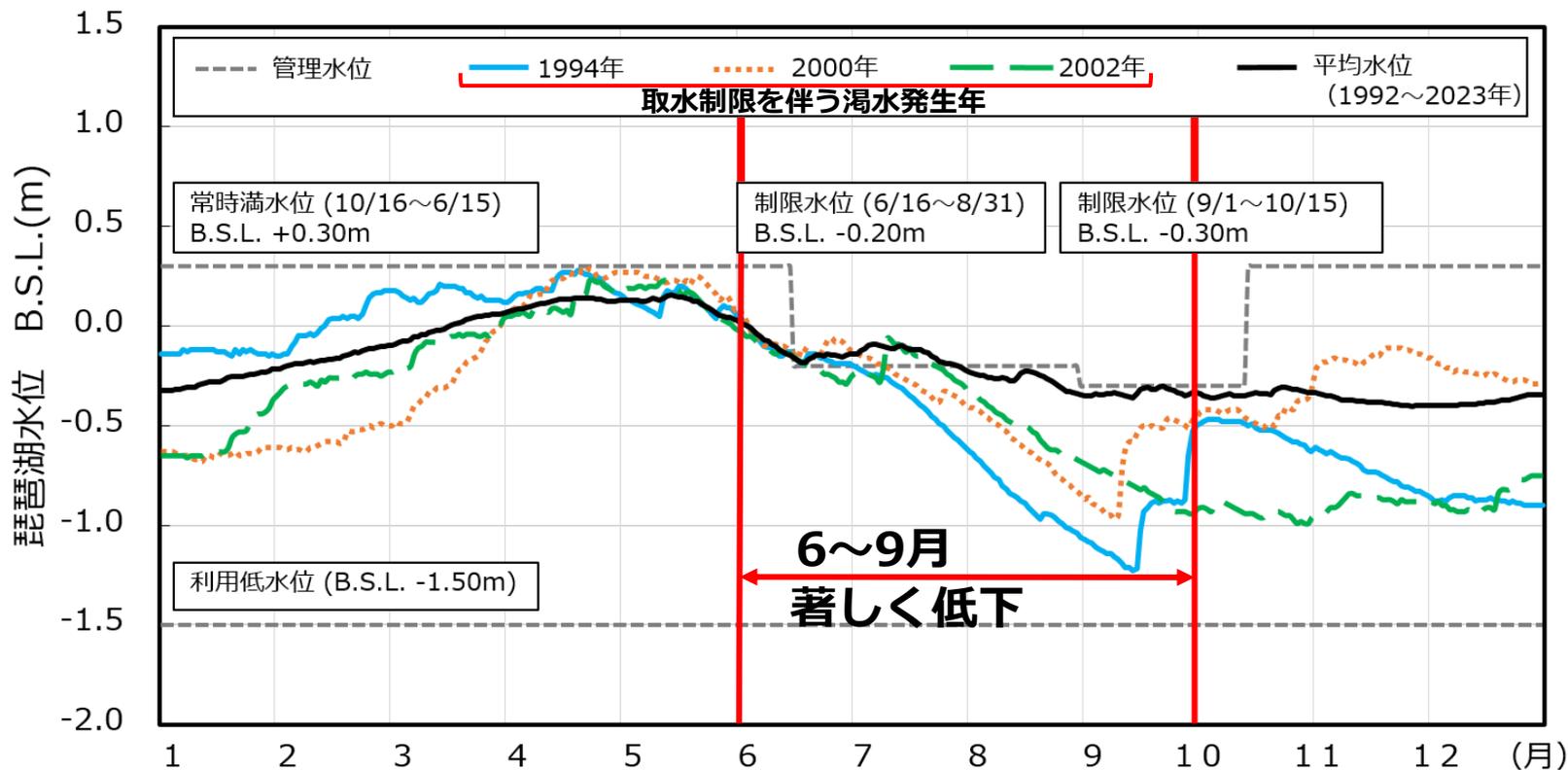
降水量の方が総じて高い = 強い相関関係

以上より、

**1月～4月の琵琶湖水位上昇に与える影響
→ 積雪量（融雪量） < 降水量**

3-2. 琵琶湖水位と降水量の関係 (6月～9月)

3-2. 琵琶湖水位と降水量の関係—検討概要

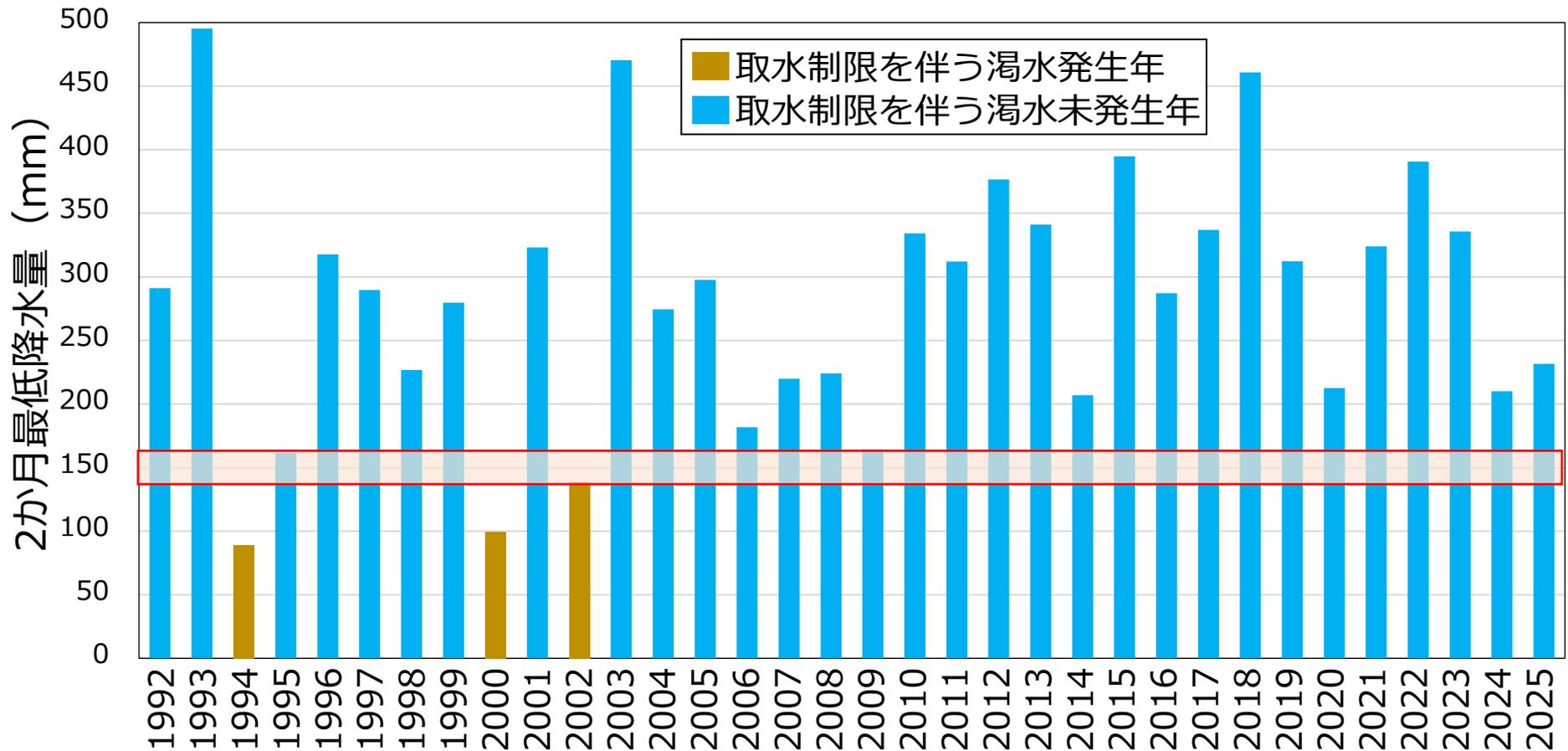


管理開始（1992年）以降の渇水に至る降水量の程度が不明



- 6~9月までの連続した2か月間で最も少ない降水量 → 「2か月最低降水量」
- 1992~2025年の「2か月最低降水量」と取水制限が伴った渇水発生年との関係を整理

3-2. 琵琶湖水位と降水量の関係—結果と考察



2か月最低降水量

140~160mm程度が渇水発生の閾値と示唆

3-2. 琵琶湖水位と降水量の関係—結果と考察

以上より、

琵琶湖の夏季に生じる渇水

一定期間の降水量による規定を示唆

→ 2か月最低降水量 約140~160mmが渇水発生の閾値

ただし、

全国的に降雨特性が変化してきている統計的事実¹⁰⁾を踏まえれば、



期間や降水量の数値は一意的なものではなく、
今後の気候変動の進行により変化する

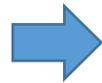
3-3. 全層循環の有無と 下流供給水の水質の関係 (11月～4月)

3-3. 全層循環とは

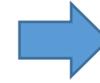
全層循環とは

冬に表層水温が低下し底層まで水が混合されることにより、表層から底層までの水温、DOなどの水質が一様となる現象。

夏の琵琶湖



秋の琵琶湖



冬の琵琶湖



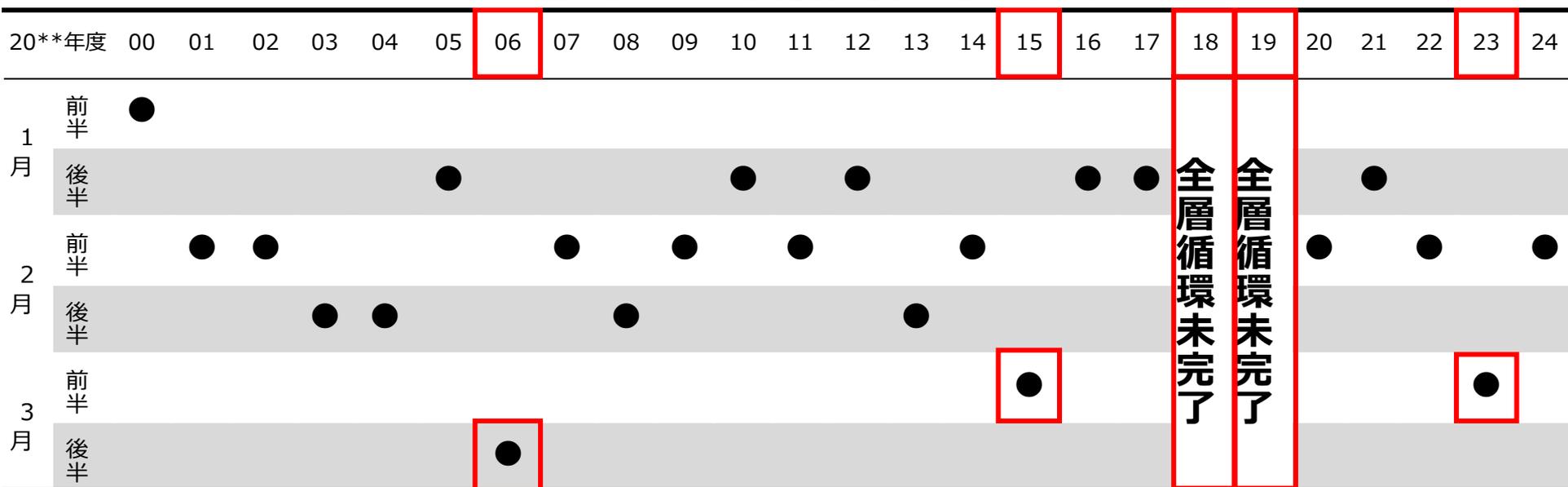
3-3. 全層循環の有無と下流供給水の水質の関係—検討概要

琵琶湖の全層循環

例年2月末までに完了、遅い年は3月に入って完了

- ・ 未完了の場合 : 底層の貧酸素状態長期化による**底生生物への悪影響**や堆積物からリン等の溶出による**水質の悪化**^{6), 7), 8)}
- ・ 1か月遅延の場合 : 底層付近のDOが0.5~1mg/L程度低下⁹⁾

琵琶湖の全層循環完了時期



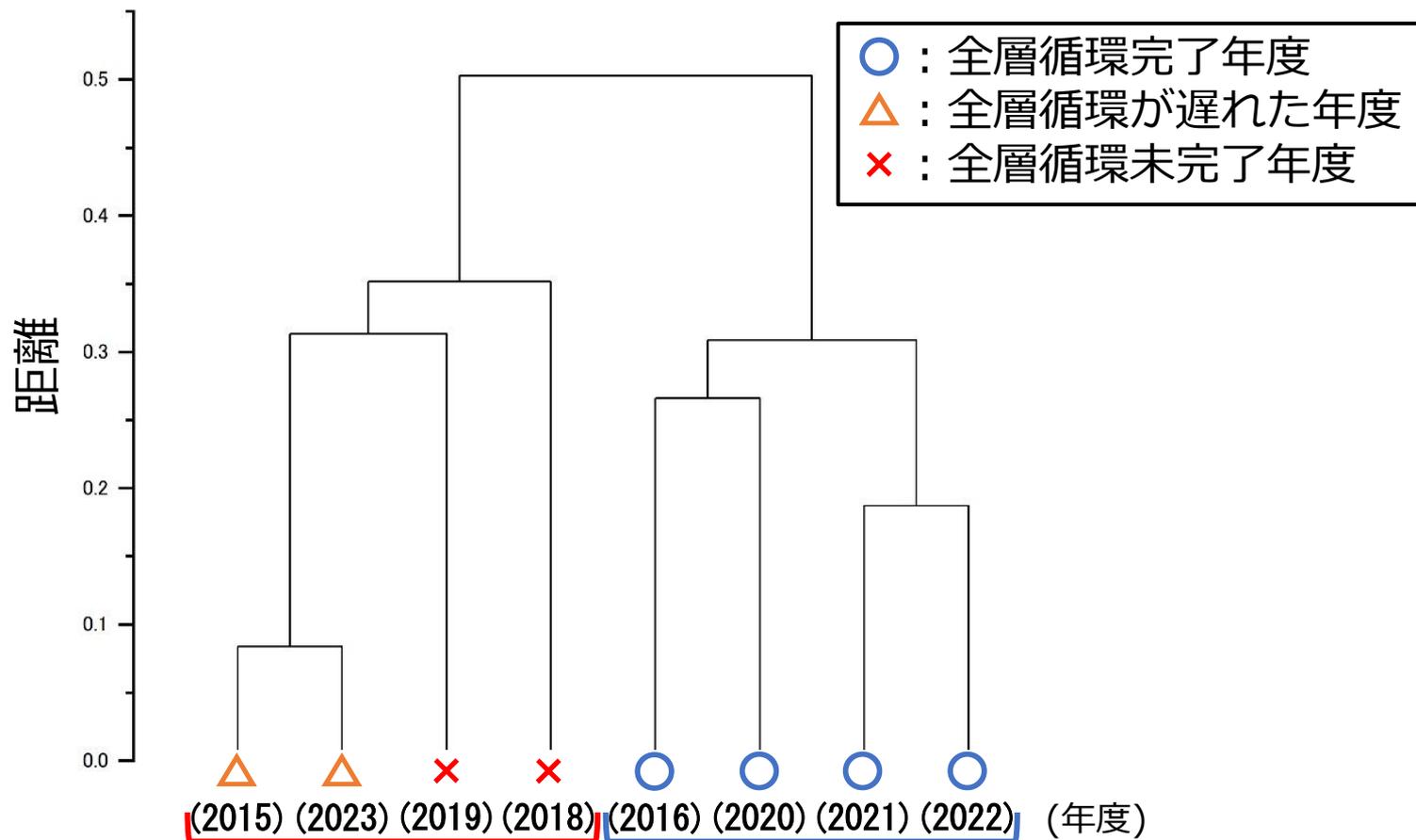
気候変動が一因⁶⁾

琵琶湖の全層循環と 琵琶湖流末の水質との関連の有無を確認

使用データ、分析方法

| | |
|------|---|
| 対象期間 | 2015～2023年度の11月～翌4月 (2017年度は欠測のため除外) |
| 観測場所 | 唐橋流心水質自動監視所 |
| 対象項目 | DO、COD、総リン、総窒素の平均値 |
| 分析方法 | クラスター分析 (データの類似性でグループ分け) |

3-3. 全層循環の有無と下流供給水の水質の関係—結果と考察



全層循環の未完了および遅れが生じた年度

全層循環が正常に行われた年度

全層循環の未完了や遅れが生じるような特異的な年度
→ 琵琶湖流末の水質にも差が生じる

3-4. 全層循環完了時期と気温の関係 (11月～3月)

3-4. 全層循環完了時期と気温の関係—検討概要

琵琶湖の全層循環の有無は気候変動の影響を受けている⁶⁾



気温と全層循環の関係について整理

使用データ、とりまとめ方法

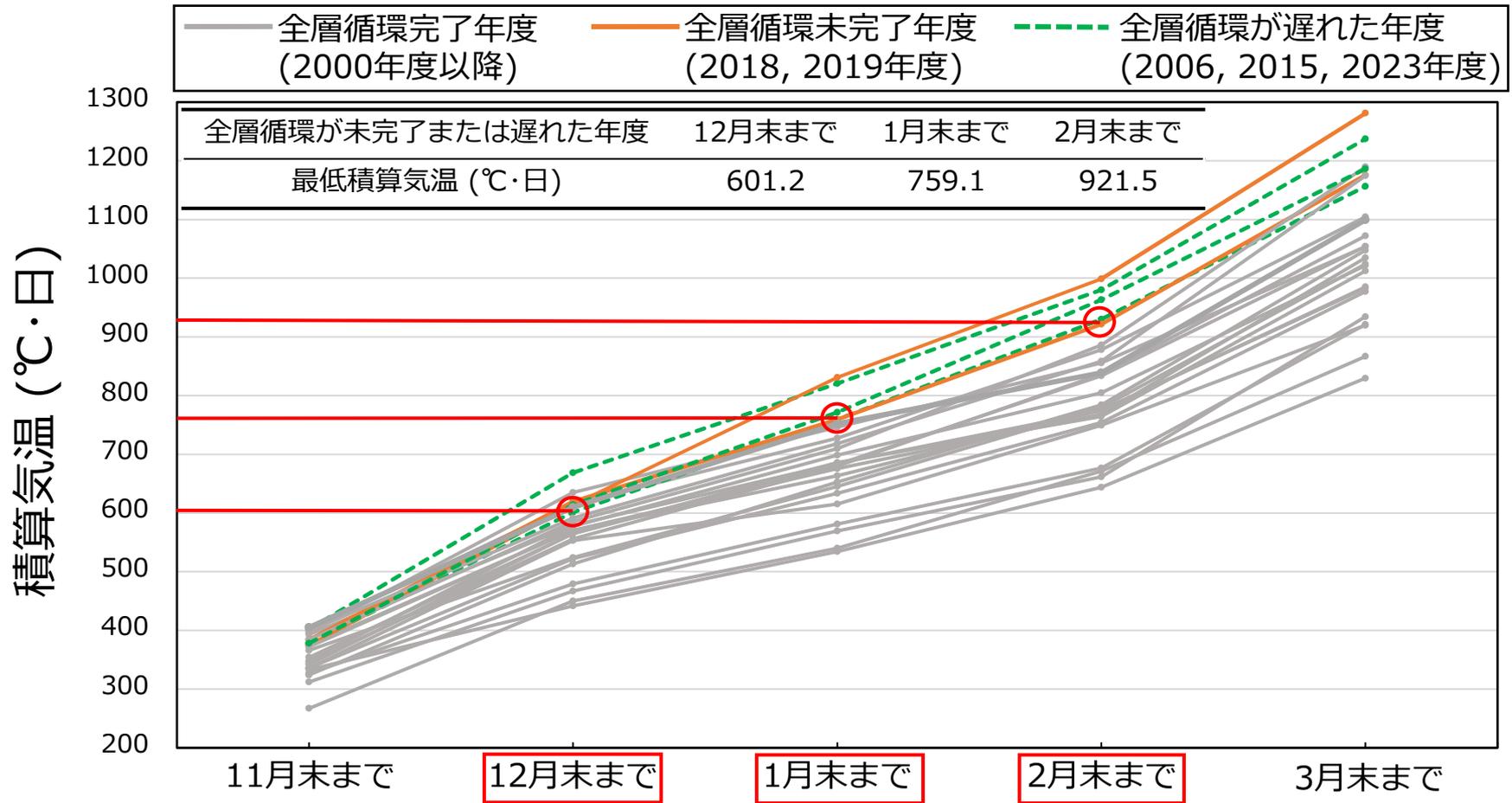
| | |
|------|---------------------|
| 対象期間 | 2000～2024年度の11月～翌3月 |
|------|---------------------|

| | |
|------|---------|
| 観測場所 | 彦根地方気象台 |
|------|---------|

| | |
|------|----|
| 対象項目 | 気温 |
|------|----|

| | |
|---------|-----------------|
| とりまとめ方法 | 日平均積算気温と全層循環の関係 |
|---------|-----------------|

3-4. 全層循環完了時期と気温の関係—結果と考察



日平均積算気温

11月から起算し、1月末時点で約760°C・日、2月末時点で約920°C・日に到達
 → 全層循環の未完了または遅れが生じる可能性を示唆

4. まとめ

4. まとめ

本検討で示唆されたこと

- 1月～4月の琵琶湖水位の上昇に与える影響：
積雪量（融雪量） < 降水量
- 琵琶湖の夏季の渇水：**一定期間の降水量により規定**
- 琵琶湖流末付近の水質：**全層循環の有無等**で体系的に**分類**
- 琵琶湖の全層循環：ある時点の**日平均積算気温が一定値以上で、全層循環の未完了**または**遅れが生じる可能性**

気候変動への対応が必要不可欠

- ・ 治水、利水両面からの**施設的能力評価**
- ・ 将来を見越した**適応策や緩和策の検討**



引き続き気象や水質等の状況を監視、データ蓄積・とりまとめを実施

ご清聴ありがとうございました

参考文献

- 1) 国土交通省水管理・国土保全局水資源部. 令和5年版日本の水資源の現況 第7章.
- 2) 川村一人, 中津川誠. 気候変動下における積雪地域の利水への影響を踏まえたダム管理のあり方について. 河川技術論文集. 2011. 第17巻. 287-292.
- 3) 川村一人, 中津川誠, 気候変動による利水への影響を踏まえたダム貯水池群の最適操作に関する研究. 土木学会論文集B1 (水工学) Vol.68, No.4. I_1477-I_1482.
- 4) 和田一範ほか. 地球温暖化に伴う降雨特性の変化と洪水・渇水リスクの評価に関する研究. 土木学会論文集No.796/II-72. 23-27. 2005.8
- 5) 伏見碩二. 気候変動と琵琶湖の水資源. 水資源・環境研究Vol.8. DEC.1995. 36-47
- 6) 速水祐一, 藤原建紀. 琵琶湖深層水の温暖化. 海の研究. 1999. Vol.8. No.3. p.197-202.
- 7) 杉山雅人ほか. 底層水中の溶存酸素減少と堆積物からの栄養塩溶出. 日本陸水学会第71回大会. 松山大会講演要旨集.
- 8) 滋賀県, 京都府. 第8期琵琶湖に係る湖沼水質保全計画. 第2章 琵琶湖の水質保全に向けた取組, 令和4年3月.
- 9) 北澤大輔ほか. 過去50年間の気候変動の琵琶湖生態系への影響に関する数値解析. 生産研究62巻1号 45-49.
- 10) 文部科学省 気象庁. 日本の気候変動2020.